

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 12 438.1  
**Anmeldetag:** 20. März 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur  
Regelung eines Jitterpuffers  
**IPC:** H 04 L 12/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hintermeier

## Beschreibung

## Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers

5

10

In zeitgemäßen Kommunikationssystemen werden Verbindungen zur Übermittlung kontinuierlicher Datenströme, zum Beispiel zur Sprach-, Video- und/oder Multimediakommunikation, in zunehmendem Maße auch über paketorientierte Kommunikationsnetze, wie z.B. LANs (Local Area Network), MANs (Metropolitan Area Network) oder WANs (Wide Area Network), geführt. Auf dieser Technik basiert beispielsweise die sogenannte Internettelefonie, die häufig auch als "Voice over Internet Protocol" (VoIP) bezeichnet wird.

15

20

25

30

Zur Übertragung eines kontinuierlichen Datenstroms über ein paketorientiertes Kommunikationsnetz wird der Datenstrom in einzelnen zu übertragende Datenpakete aufgeteilt, die jeweils mit einer Zieladresse und einem Zeitstempel versehen werden. Beim Austritt aus dem paketorientierten Kommunikationsnetz wird aus den Datenpaketen wieder ein kontinuierlicher Datenstrom zusammengesetzt. Da die Datenpakete im paketorientierten Kommunikationsnetz prinzipiell unabhängig voneinander übertragen werden, treffen die Datenpakete in der Regel nicht in äquidistanten Zeitabständen und häufig auch nicht in ihrer ursprünglichen Reihenfolge am Austrittspunkt ein. Zum Ausgleich solcher Laufzeitschwankungen werden die Datenpakete oder ihr Dateninhalt vor dem Zusammensetzen des Datenstroms meist in einem sogenannten Jitterpuffer zwischengespeichert, aus dem sie in konstanten Zeitabständen ausgelesen werden. Auf diese Weise kann aus in unregelmäßigen Zeitabständen eintreffenden Datenpaketen wieder ein kontinuierlicher Datenstrom rekonstruiert werden.

Ein Nachteil eines solchen Jitterpuffers besteht darin, dass die Datenübertragung durch die Zwischenspeicherung zusätzlich verzögert wird. Die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer der Datenpakete sollte daher nach Möglichkeit minimiert werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer nicht zu klein gewählt wird, da sonst verspätet eintreffende Datenpakete nicht mehr in die zeitliche Ausgabereihenfolge des Jitterpuffers eingeordnet werden könnten. Wenn ein Datenpaket erst eintrifft, wenn ein ihm in der ursprünglichen Sendereihenfolge nachfolgendes Datenpaket schon vom Jitterpuffer ausgegeben wurde, ist der reguläre Ausgabezeitpunkt für dieses verspätet eintreffende Datenpaket schon verstrichen und dieses Datenpaket ist zu verwerfen. Ein Ziel einer Jitterpufferregelung besteht also darin, die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer unter der Nebenbedingung einer noch akzeptablen Datenpaketverlustrate zu minimieren.

Bisher wird zur Regelung eines Jitterpuffers die mittlere durch die Zwischenspeicherung bedingte Übertragungsverzögerung gemessen und mittels eines ersten Regelkreises auf eine Sollverzögerung eingeregelt. Die Sollverzögerung kann hierbei fest vorgegeben sein oder durch einen zweiten Regelkreis derart geregelt werden, dass die Übertragungsverzögerung bei noch akzeptabler Paketverlustrate minimiert wird. Die Vorgabe einer festen Sollverzögerung schränkt jedoch die Flexibilität der Jitterpufferregelung ein während eine zusätzliche Regelung der Sollverzögerung insofern nachteilig ist, als ein zweiter Regelkreis benötigt wird. Durch zwei einander beeinflussende Regelkreise gestaltet sich die Regelung erheblich komplexer. Zudem können dabei Stabilitätsprobleme auftreten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers anzugeben, die eine adaptive Minimierung einer pufferungsbedingten mittleren Übertragungsverzögerung bei nur geringen Datenpaketverlusten erlauben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Jitterpufferregelschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6.

10

Zur Regelung eines zum Puffern eines Datenpaketstroms vorgesehenen Jitterpuffers wird für Datenpakete des Datenpaketstroms eine jeweilige durch die Pufferung bedingte Übertragungsverzögerung erfasst. Aus erfassten Übertragungsverzögerungen werden gewichtete Verzögerungsmittelwerte fortlaufend abgeleitet, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung. Abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten wird dann eine Auslesegeschwindigkeit des Jitterpuffers so geregelt, dass die abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerte als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung eingeregelt werden.

Die stärkere Gewichtung geringerer Übertragungsverzögerungen bei der Bildung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte entspricht einer stärkeren Gewichtung verspätet eintreffender Datenpakete. D.h. ein gewichteter Verzögerungsmittelwert stellt nicht die durchschnittliche Übertragungsverzögerung aller gepufferten Datenpakete als vielmehr ein Maß für die Übertragungsverzögerung verspätet eintreffender Datenpakete dar. Durch die Einregelung der pufferungsbedingten Verzögerungsdauer von verspätet eintreffenden Datenpaketen auf eine vorgegebene Sollverzögerung kann auf einfache Weise gewähr-

leistet werden, dass auch verspätet eintreffende Datenpakete noch gepuffert werden.

Ein überdurchschnittlich verspätet eintreffendes Datenpaket,  
5 das gerade noch kurz vor seinem Auslesezeitpunkt in den Jitterpuffer eingefügt wird und somit eine besonders geringe Übertragungsverzögerung aufweist, bewirkt durch deren stärkere Gewichtung, dass sich der gewichtete Verzögerungsmittelwert verringert. Dies bedingt wiederum eine Verringerung der Aus-  
10 lesegeschwindigkeit des Jitterpuffers, um so den gewichteten Verzögerungsmittelwert wieder an die Sollverzögerung anzugleichen. Falls dadurch noch stärker verspätete Datenpakete vor ihrem regulären Ausgabezeitpunkt in den Jitterpuffer eingefügt werden, wird die Auslesegeschwindigkeit weiter verrin-  
15 gert. Andernfalls bleibt die Auslesegeschwindigkeit weitgehend konstant oder vergrößert sich wieder beim Ausbleiben vergleichbar verspäteter Datenpakete.

Durch die Regelung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte  
20 wird die durchschnittliche Übertragungsverzögerung des Jitterpuffers automatisch an die Verspätungsdauer von verspätet eintreffenden Datenpaketen adaptiert. Auf diese Weise kann  
die pufferungsbedingte Übertragungsverzögerung unter Einhaltung einer geringen und gegebenenfalls einstellbaren Datenpa-  
25 ketverlustrate minimiert werden. Dass hierzu nur ein einzelner Regelkreis benötigt wird, stellt einen wesentlichen Vorteil der Erfindung dar.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung  
30 sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert jeweils aus ei-

nem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert und einer aktuell erfassten Übertragungsverzögerung abgeleitet werden. Auf diese Weise kann der benötigte Rechenaufwand erheblich verringert werden.

5

Weiterhin kann eine aktuell erfasste Übertragungsverzögerung mit einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert verglichen werden und die Gewichtung der aktuell erfassten Übertragungsverzögerung abhängig vom Vergleichsergebnis ermittelt werden. Vorzugsweise kann die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung mit einem ersten vorgegebenen Gewichtswert gewichtet werden, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung kleiner als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist und mit einem zweiten vorgegebenen Gewichtswert gewichtet werden, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung größer als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist. Dabei ist der erste Gewichtswert größer als der zweite Gewichtswert. Auf diese Weise wird gewissermaßen eine unter dem bisherigen gewichteten Verzögerungsmittelwert liegende Übertragungsverzögerung eines überdurchschnittlich verspäteten Datenpakets stärker gewichtet, so dass der gewichtete Verzögerungsmittelwert automatisch an verspätet eintreffende Datenpakete angepasst wird.

25

Durch eine geeignete Wahl des ersten und des zweiten Gewichtswerts können spezifische Regelgeschwindigkeiten der Jitterpufferregelung bedarfsweise eingestellt werden. Hierbei wirkt sich die Wahl des ersten Gewichtswerts insbesondere auf die Geschwindigkeit aus, mit der die Jitterpufferregelung auf besonders stark verspätete Datenpakete reagiert. Demgegenüber wirkt sich der zweite Gewichtswert auf die Geschwindigkeit

30

aus, mit der die Jitterpufferregelung auf ein Ausbleiben von besonders verspäteten Datenpaketen reagiert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand  
5 der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

Figur 1 einen Jitterpuffer und

10 Figur 2 eine Jitterpufferregelschaltung.

In **Figur 1** ist ein Jitterpuffer JP schematisch dargestellt, dem Datenpakete DP1,...,DP2,...,DP3 eines vorzugsweise internetprotokollbasierten Datenpaketstroms, z.B. zur Echtzeit-,  
15 Sprach-, Video- und/oder Multimediakommunikation, zum Zwischenspeichern zugeleitet werden. Die Datenpakete DP1,...,DP2,...,DP3 enthalten jeweils einen Zeitstempel, der die ursprüngliche zeitliche Position des betreffenden Datenpakets im Datenpaketstrom angibt. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel sei angenommen, dass die Datenpakete DP1, DP2  
20 und DP3 in der angegebenen Reihenfolge erzeugt wurden, aber beim Jitterpuffer JP aufgrund von Laufzeitschwankungen in der Reihenfolge DP3, DP2 und DP1 ankommen. Das Datenpaket DP3 hat somit aufgrund einer überdurchschnittlich schnellen Übermittlung das Datenpaket DP2 überholt, während das Datenpaket DP1  
25 aufgrund seiner besonders großen Verspätung hinter das Datenpaket DP2 zurückgefallen ist.

Als Nutzdateninhalt enthält das Datenpaket DP1 Kommunikationsdaten D1, das Datenpaket DP2 Kommunikationsdaten D2 und  
30 das Datenpaket DP3 Kommunikationsdaten D3. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel sei angenommen, dass die Kommunikationsdaten D1, D2 und D3 VoIP-Kommunikationsdaten (VoIP: Voice

Over Internet Protocol) sind, die jeweils digitale Abtastwerte eines Sprachsignals umfassen.

Der Jitterpuffer JP weist eine Vielzahl von Speicherpositionen  $P_1, \dots, P_N$  auf, die in der angegebenen Reihenfolge zyklisch ausgelesen werden. Um die Datenpakete  $DP_1$ ,  $DP_2$  und  $DP_3$  bzw. ihre Nutzdateninhalte  $D_1$ ,  $D_2$  und  $D_3$  wieder in ihre ursprüngliche Reihenfolge zu bringen, werden diese in der Reihenfolge der Zeitstempel der Datenpakete  $DP_1$ ,  $DP_2$ ,  $DP_3$  an Speicherpositionen  $P_1, \dots, P_N$  des Jitterpuffers JP zwischengespeichert. Der Dateninhalt  $D_1$ ,  $D_2$  bzw.  $D_3$  eines ankommenden Datenpakets  $DP_1$ ,  $DP_2$  bzw.  $DP_3$  wird somit an einer anhand des Zeitstempels des Datenpakets  $DP_1$ ,  $DP_2$  bzw.  $DP_3$  bestimmten Speicherposition  $P_1, \dots, P_{N-1}$  bzw.  $P_N$  eingefügt. Dementsprechend wird der Dateninhalt, hier  $D_3$ , eines besonders früh eintreffenden Datenpakets, hier  $DP_3$ , an einer hinteren Speicherposition, hier  $P_{N-1}$ , eingefügt, der Dateninhalt, hier  $D_2$ , eines Datenpakets, hier  $DP_2$ , mit durchschnittlicher Laufzeit an einer mittleren Speicherposition, hier  $P_M$ , eingefügt und der Dateninhalt, hier  $D_1$ , eines verspätet eintreffenden Datenpakets, hier  $DP_1$ , an einer vorderen Speicherposition, hier  $P_2$ , eingefügt. Auf diese Weise werden die Dateninhalte  $D_1$ ,  $D_2$  und  $D_3$  und damit die Abtastwerte des Sprachsignals in ihrer ursprünglichen zeitlichen Reihenfolge vom Jitterpuffer JP ausgegeben.

In **Figur 2** ist eine Jitterpufferregelschaltung zur Regelung des Jitterpuffers JP schematisch dargestellt. Mit den Bezugszeichen in Figur 1 übereinstimmende Bezugszeichen bezeichnen hierbei gleiche Gegenstände. Durch die Regelung des Jitterpuffers JP soll einerseits die Anzahl zu spät eintreffender und damit zu verwerfender Datenpakete und andererseits die pufferungsbedingte durchschnittliche Übertragungsverzögerung



der Datenpakete minimiert werden. Als zu spät eintreffendes Datenpaket sei in diesem Zusammenhang ein Datenpaket bezeichnet, bei dessen Eintreffen der Ausgabezeitpunkt der entsprechenden Speicherposition schon verstrichen ist. Mit anderen  
5 Worten: die pufferungsbedingte Übertragungsverzögerung sollte so gering wie möglich sein, aber noch groß genug, um wahrnehmbare Paketverluste zu vermeiden.

Die Jitterpufferregelschaltung weist eine Erfassungseinrichtung EE zum Erfassen oder Messen einer Übertragungsverzögerung  $d_p$  eines jeweiligen Datenpakets, eine Mittelungseinrichtung ME zum fortlaufenden Ableiten von gewichteten Verzögerungsmittelwerten  $d_1$  aus erfassten Übertragungsverzögerungen  $d_p$  sowie eine Regeleinrichtung RE zur Regelung der Auslesegeschwindigkeit des Jitterpuffers JP in Abhängigkeit von den  
10 gewichteten Verzögerungsmittelwerten  $d_1$ . Die Erfassungseinrichtung EE erfasst für jedes der Datenpakete DP1, ..., DP2, ..., DP3 dessen Empfangszeitpunkt  $t_{rec}$  sowie den Ausgabezeitpunkt  $t_{out}$  des ersten Abtastwertes des betreffenden Datenpakets aus dem Jitterpuffer JP. Hieraus wird die Übertragungsverzögerung des betreffenden Datenpakets zu  $d_p = t_{out} - t_{rec}$   
15 ermittelt. Dies entspricht im Wesentlichen der Verweilzeit des Dateninhalts des betreffenden Datenpakets im Jitterpuffer JP. Die ermittelten Übertragungsverzögerungen  $d_p$  der Datenpakete DP1, ..., DP2, ..., DP3 werden von der Erfassungseinrichtung EE an die Mittelungseinrichtung ME weitergegeben, die daraus fortlaufend die gewichteten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  berechnet und diese an die Regeleinrichtung RE weitergibt. Die Regeleinrichtung RE vergleicht die eintreffenden gewichteten  
20 Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  mit einer vorgegebenen Sollverzögerung  $sd_1$  und regelt abhängig davon einen Auslesetakts CLK, mit dem die Abtastwerte aus dem Jitterpuffer JP ausgelesen werden, derart, dass die gewichteten Verzögerungsmittelwerte  
25  
30

$d_1$  auf die Sollverzögerung  $sd_1$  eingeregelt werden. Zur Synchronisation der Datenrate der ausgelesenen Abtastwerte mit nachgeschalteten Kommunikationsanwendungen kann die durch die Regelung bedingte, leichte Schwankung des Auslesetaktes CLK durch Einfügen oder Verwerfen einzelner Abtastwerte in bzw. aus dem Abtastwertestrom oder durch eine Abtastratenumsetzung kompensiert werden.

Durch die Erfassungseinrichtung EE, die Mittelungseinrichtung ME und die Regeleinrichtung RE wird ein Regelkreis zum Einregeln der gewichteten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  als Regelgröße auf die vorgegebene Sollverzögerung  $sd_1$  realisiert. Die Erfassungseinrichtung EE, die Mittelungseinrichtung ME und die Regeleinrichtung RE können vorzugsweise als Programmmodule oder Programmobjekte im Sinne einer objektorientierten Programmierung auf einem Mikroprozessorsystem implementiert sein.

Die gewichteten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  werden durch die Mittelungseinrichtung ME in rekursiver Weise berechnet. Für jedes gepufferte Datenpaket  $DP_1, \dots, DP_2, \dots, DP_3$  wird aus dessen aktuell erfasster Übertragungsverzögerung  $d_p$  sowie aus dem vorhergehend berechneten gewichteten Verzögerungsmittelwert  $d_{1old}$  ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert  $d_1$  mittels der Rechenvorschrift  $d_1 = (1-s) \cdot d_{1old} + s \cdot d_p$  berechnet. Hierbei ist  $s$  dasjenige Gewicht, mit dem die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung  $d_p$  in den gewichteten Verzögerungsmittelwert  $d_1$  eingeht. Das Gewicht  $s$  wird für jedes eintreffende Datenpaket anhand eines Vergleichs von dessen Übertragungsverzögerung  $d_p$  mit dem vorhergehenden gewichteten Verzögerungsmittelwert  $d_{1old}$  bestimmt. Dabei ist  $s = \beta_1$  falls  $d_p < d_{1old}$  und  $s = \beta_2$  falls  $d_p \geq d_{1old}$ .  $\beta_1$  ist hierbei ein vorgegebener erster Gewichtswert und  $\beta_2$  ein vorgegebener zweiter Ge-

wichtswert, wobei  $\beta_1$  erheblich größer als  $\beta_2$  ist. Somit wird eine Übertragungsverzögerung  $d_p$ , die geringer ist als der vorhergehende gewichtete Verzögerungsmittelwert  $d_{old}$ , erheblich stärker bei der Berechnung des neuen Verzögerungsmittelwertes  $d_1$  gewichtet, als eine Übertragungsverzögerung  $d_p$ , die größer oder gleich dem vorhergehenden gewichteten Verzögerungsmittelwert  $d_{old}$  ist.

Durch die stärkere Gewichtung geringerer Übertragungsverzögerungen  $d_p$  werden bei der Bildung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  die verspätet eintreffenden Datenpakete, hier DP1, überdurchschnittlich stark gewichtet. Der gewichtete Verzögerungsmittelwert  $d_1$  stellt somit im Wesentlichen ein Maß für die Übertragungsverzögerung der verspätet eintreffenden Datenpakete dar. Indem durch die Jitterpufferregelschaltung nicht der Durchschnittswert der Übertragungsverzögerungen  $d_p$ , sondern ein Maß für die Übertragungsverzögerung der verspäteten Datenpakete als Regelgröße verwendet wird, wird der Jitterpuffer JP automatisch so geregelt, dass verspätet eintreffende Datenpakete gerade nicht verloren gehen.

Durch geeignete Wahl der einzelnen Gewichtswerte  $\beta_1$  und  $\beta_2$  können die Regelgeschwindigkeiten des Regelkreises eingestellt und so an unterschiedliche Übertragungsverhältnisse angepasst werden. Durch den ersten Gewichtswert  $\beta_1$  wird hierbei die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der der Regelkreis auf besonders verspätete Datenpakete reagiert. Dagegen wird durch den zweiten Gewichtswert  $\beta_2$  die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der der Regelkreis auf ein Ausbleiben verspäteter Datenpakete reagiert. Ferner wird durch den Quotienten von  $\beta_1$  und  $\beta_2$  bestimmt, wie stark die gewichteten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  zu kurzen Übertragungsverzögerungen  $d_p$  hin verschoben werden. Indirekt kann dadurch die Paketverlustrate

beeinflusst werden. Durch Vergrößerung dieses Quotienten wird die Paketverlustrate im Allgemeinen verringert.

In einer typischen Übertragungssituation erweist sich ein  
5 erster Gewichtswert  $\beta_1$  in der Größenordnung von 0,1 und ein  
zweiter Gewichtswert  $\beta_2$  in der Größenordnung von 0,001 als  
vorteilhaft. Bei typischen Laufzeitverteilungen von Datenpa-  
keten führt eine solche Wahl der Gewichtswerte  $\beta_1$  und  $\beta_2$  zu  
einer akzeptablen Paketverlustrate in der Größenordnung von  
10 0,1 - 1%.

Da  $\beta_1$  wesentlich größer als  $\beta_2$  ist, stellen sich die gewich-  
teten Verzögerungsmittelwerte  $d_1$  schnell auf kleine Übertra-  
gungsverzögerungen  $d_p$  ein und gehen beim Ausbleiben verspäte-  
15 ter Datenpakete langsam zurück. Damit kann sich die puffer-  
bedingte Übertragungsverzögerung verhältnismäßig  
schnell, d.h. mit wenigen Paketverlusten, an eine Erhöhung  
der Anzahl oder der Verspätung von verspäteten Datenpaketen  
anpassen. Auf diese Weise wird die durchschnittliche puffer-  
20 rungsbedingte Übertragungsverzögerung - obwohl sie nicht  
selbst als Regelgröße verwendet wird - automatisch auf einen  
Minimalwert eingeregelt, wobei gleichzeitig eine niedrige Pa-  
ketverlustrate eingehalten wird. Im Unterschied zum bekannten  
Stand der Technik wird hierfür nur ein einzelner Regelkreis  
25 benötigt.

## Patentansprüche

1) Verfahren zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) zum Puffern eines Datenpaketstroms, wobei

5 a) für Datenpakete (DP1, DP2, DP3) des Datenpaketstroms eine jeweilige durch die Pufferung bedingte Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) erfasst wird,

10 b) aus erfassten Übertragungsverzögerungen ( $d_p$ ) gewichtete Verzögerungsmittelwerte ( $d_1$ ) fortlaufend abgeleitet werden, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung, und

15 c) eine Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitterpuffers (JP) abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten ( $d_1$ ) so geregelt wird, dass diese als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung ( $sd_1$ ) eingeregelt werden.

2) Verfahren nach Anspruch 1,

20 dadurch gekennzeichnet,  
dass ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert ( $d_1$ ) aus einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert und einer aktuell erfassten Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) abgeleitet wird.

25

3) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 dadurch gekennzeichnet,  
dass eine aktuell erfasste Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) mit einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert verglichen wird, und die Gewichtung der aktuell erfassten Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) abhängig vom Vergleichsergebnis ermittelt wird.

## 4) Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) mit einem ersten vorgegebenen Gewichtswert ( $\beta_1$ ) gewichtet

5 wird, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) kleiner als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist, und mit einem zweiten vorgegebenen Gewichtswert ( $\beta_2$ ) gewichtet wird, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) größer als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist, wobei  
10 der erste Gewichtswert ( $\beta_1$ ) größer als der zweite Gewichtswert ( $\beta_2$ ) ist.

## 5) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass die Regelgröße ( $d_1$ ) durch einen einzigen Regelkreis geregelt wird.

## 6) Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) zum Puffern eines Datenpaketstroms, mit

20 a) einer Erfassungseinrichtung (EE) zum Erfassen einer durch die Pufferung bedingten Übertragungsverzögerung ( $d_p$ ) eines jeweiligen Datenpakets (DP1, DP2, DP3) des Datenpaketstroms,

25 a) einer Mittelungseinrichtung (ME) zum fortlaufenden Ableiten von gewichteten Verzögerungsmittelwerten ( $d_1$ ) aus erfassten Übertragungsverzögerungen ( $d_p$ ) bei stärkerer Gewichtung einer geringeren Übertragungsverzögerung gegenüber einer höheren Übertragungsverzögerung, und

30 b) einer Regeleinrichtung (RE) zum Einregeln der fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerte ( $d_1$ ) auf eine vorgegebene Sollverzögerung ( $sd_1$ ) durch Regelung einer Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitter-

puffers (JP) abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten ( $d_1$ ).

## Zusammenfassung

## Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers

5

Zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) werden pufferungsbedingte Übertragungsverzögerungen ( $d_p$ ) von Datenpaketen (DP1, DP2, DP3) erfasst. Aus erfassten Übertragungsverzögerungen ( $d_p$ ) werden gewichtete Verzögerungsmittelwerte ( $d_1$ ) fortlaufend abgeleitet, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung. Abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten ( $d_1$ ) wird dann eine Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitterpuffers (JP) so geregelt, dass die gewichteten Verzögerungsmittelwerte ( $d_1$ ) als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung ( $sd_1$ ) eingeregelt werden.

Figur 2

20



FIG 1

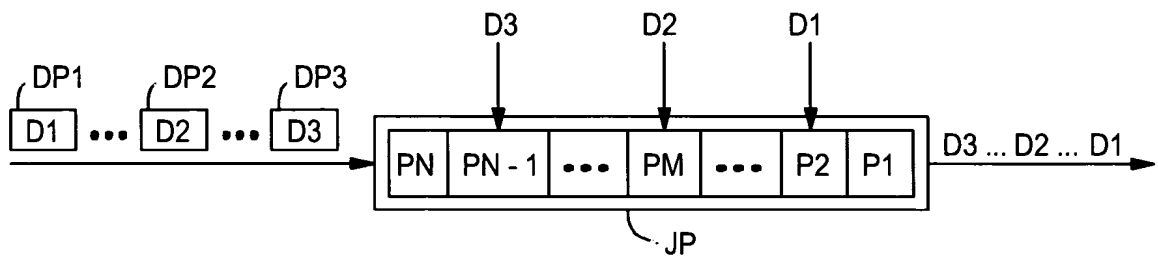


FIG 2

